

**SISTEM MONITORING KONSENTRASI GAS
METANA (CH₄) DAN KARBON DIOKSIDA
(CO₂) DI WONOREJO KOMPOS CENTER**

SKRIPSI



Oleh :

GAUDENTIUS INDRA ARDHANU BOTA

NPM 19034010081

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2026

**SISTEM MONITORING KONSENTRASI GAS METANA (CH₄)
DAN KARBON DIOKSIDA (CO₂) DI WONOREJO KOMPOS
CENTER**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

GAUDENTIUS INDRA ARDHANU BOTA

NPM 19034010081

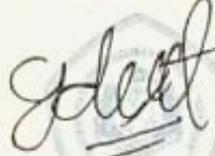
**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

SISTEM MONITORING KONSENTRASI GAS METANA (CH₄)
DAN KARBON DIOKSIDA (CO₂) DI WONOREJO KOMPOS
CENTER

Disusun Oleh:



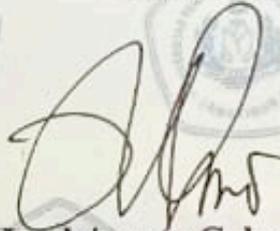
Gaudentius Indra Ardhanu Bota

NPM 19034010081

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing



Dr. Okik Hendriyanto Cahyonugroho., ST., MT.

NIP/NPT: 19750717 202121 1 007

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



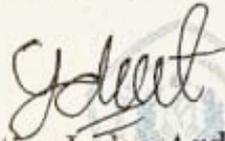
Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM MONITORING KONSENTRASI GAS METANA (CH₄)
DAN KARBON DIOKSIDA (CO₂) DI WONOREJO KOMPOS
CENTER

Disusun Oleh:

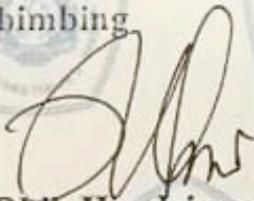


Gaudentius Indra Ardhanu Bota
NPM 19034010081

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada
*Asian Journal of Applied Research for Community Development and
Empowerment (Terakreditasi Sinta 2)*

Menyetujui,

Pembimbing



Dr. Orik Hendrivanto Cahvonugroho., ST., MT.
NIP/NPT: 19750717 202121 1 007

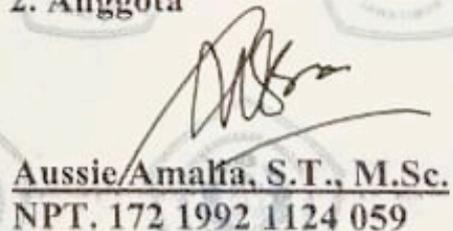
TIM PENGUJI

1. Ketua



Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.
NIP/NPT: 19620501 198803 1 001

2. Anggota



Aussie/Amalfa, S.T., M.Sc.
NPT. 172 1992 1124 059

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

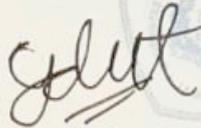


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

SISTEM MONITORING KONSENTRASI GAS METANA (CH₄)
DAN KARBON DIOKSIDA (CO₂) DI WONOREJO KOMPOS
CENTER

Disusun Oleh:



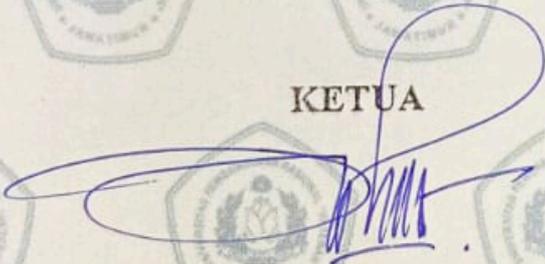
Gaudentius Indra Ardhanu Bota

NPM 19034010081

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 24 Februari 2026

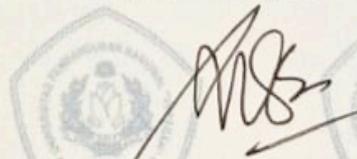
TIM PENILAI

KETUA



Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.
NIP/NPT: 19620501 198803 1 001

ANGGOTA



Aussie Amalia, S.T., M.Sc.
NPT. 172 1992 1124 059

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Gaudentius Indra Ardhanu Bota
NPM : 19034010081
Program : Sarjana (S1) / Magister (S2) / Doktor (S3)
Program Studi: Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik Dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 24 Februari 2026

Yang Membuat Pernyataan



Gaudentius Indra Ardhanu Bota
NPM. 19034010081

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan YME karena telah melimpahkan karunia beserta rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Sistem Monitoring Konsentrasi Gas Metana (CH₄) dan Karbon Dioksida (CO₂) di Wonorejo Kompos Center”. Skripsi penelitian ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur dalam Tugas Akhir. Skripsi ini disusun atas kerjasama dan berkat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, S.T, M.T. selaku koordinator Prodi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Dr. Okik Hendriyanto Cahyonugroho., ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir terima kasih atas kesediaan, kesabaran, dan ilmu yang diberikan dalam setiap proses bimbingan kami.
4. Nurvita Cundaningsih, S.Si, M.T. selaku dosen wali sekaligus yang telah memberikan bimbingan dengan baik.
5. Ir. Tuhu Agung R., M.T. dan Aussie Amalia, ST, MSc. selaku dosen penguji yang selalu mengarahkan dan membimbing penulis dalam penyusunan laporan ini.
6. Pihak Dinas Lingkungan Hidup Surabaya yang mengizinkan dan mendukung untuk melakukan penelitian ini.
7. Orang tua yang tidak henti-hentinya selalu mendoakan dan memotivasi untuk senantiasa bersemangat dan tak mengenal kata putus asa.
8. Teman-teman angkatan 2019 yang senantiasa memberikan dukungan, bantuan dan doa.
9. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari adanya keterbatasan di dalam penyusunan laporan Skripsi tugas akhir ini. Besar harapan penyusun akan saran dan kritik yang bersifat membangun. Akhirnya penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca sekalian.

Surabaya, Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
ABSTRAK	vii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.1.1 Rumah Kompos	4
2.1.2 Sampah Organik	5
2.1.3 Teori Komposting	5
2.1.4 Gas Karbon Dioksida (CO ₂)	6
2.1.5 Gas Metana (CH ₄).....	7
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Internet of Things (IoT).....	8
2.2.2 ESP32-DevKitC V4.....	9
2.2.3 Sensor Gas Karbon Dioksida (CO ₂)	9
2.2.4 Sensor Gas Metana	10
2.2.5 Power Supply	10
2.2.6 Breadboard.....	10
2.2.7 Google Sheets	11

2.2.8 Arduino IDE.....	11
2.3 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB III.....	21
METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Kerangka Penelitian.....	21
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	22
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.3.1 Alat Penelitian.....	22
3.3.2 Bahan Penelitian	22
3.4 Blok Diagram Alat Penelitian.....	23
3.5 Flowchart Software.....	24
3.6 Cara Kerja Alat Deteksi Gas.....	25
3.7 Variabel	27
3.7.1 Variabel Bebas (Independen).....	27
3.7.2 Variabel Terikat (Dependen).....	27
3.8 Metode Penelitian	27
3.9 Analisis Penelitian.....	27
3.10 Matriks Data	28
3.11 Rancangan Anggaran Biaya.....	29
BAB IV	30
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Pengujian Sensor MQ-135 dan MQ-4	30
4.1.1 Proses Kalibrasi Sensor MQ-135 untuk Deteksi CO ₂	30
4.1.2 Proses Kalibrasi Sensor MQ-4 untuk Deteksi CH ₄	32
4.1.3 Pengujian Sensor MQ-135 & MQ-4 di Udara Bersih.....	34
4.2 Pengaruh Waktu Pengukuran Terhadap CO ₂	37
4.3 Pengaruh Waktu Pengukuran Terhadap CH ₄	41
4.4 Hasil Uji Kualitas Udara.....	46
4.4.1 Hasil Uji GC.....	46
4.4.2 Hasil Uji Standart Gas CH ₄	47
4.4.3 Hasil Uji Standart Gas CO ₂	49

4.5 Perbandingan Data Sampling dengan Hasil Uji Kualitas Udara	50
4.6 Perhitungan Standar Deviasi dan Error	54
4.7 Efektivitas Alat Berdasarkan Aspek Kuantitas, Kualitas, dan Waktu.....	57
BAB V.....	60
KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	65
LAMPIRAN 1	66
LAMPIRAN 2	67
LAMPIRAN 3	81
DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mikrokontroler ESP32	9
Gambar 2. 2 Sensor gas MQ-135	9
Gambar 2. 3 Sensor gas MQ-4	10
Gambar 2. 4 Tampilan Program Arduino IDE	12
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	21
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian	22
Gambar 3. 3 Blok Diagram Alat	23
Gambar 3. 4 Flowchart Software	24
Gambar 3. 5 Contoh Tampilan LCD	26
Gambar 3. 6 Skema Alat Penelitian	26
Gambar 4. 1 Datasheets MQ-135	31
Gambar 4. 2 Grafik Kurva Regresi CO ₂	31
Gambar 4. 3 Datasheets MQ-4	33
Gambar 4. 4 Grafik Kurva Regresi CH ₄	33
Gambar 4. 5 Grafik hasil uji CO ₂ diudara bersih	35
Gambar 4. 6 Grafik hasil uji CH ₄ diudara bersih	36
Gambar 4. 7 Grafik hasil uji alat dirumah kompos jam 03:26:00	39
Gambar 4. 8 Grafik hasil uji alat dirumah kompos jam 09:26:00	39
Gambar 4. 9 Grafik hasil uji alat dirumah kompos jam 15:26:00	40
Gambar 4. 10 Grafik hasil uji alat dirumah kompos jam 21:26:00	40
Gambar 4. 11 Grafik hasil uji alat dirumah kompos jam 03:26:00	43
Gambar 4. 12 Grafik hasil uji alat dirumah kompos jam 09:26:00	43
Gambar 4. 13 Grafik hasil uji alat dirumah kompos jam 15:26:00	44
Gambar 4. 14 Grafik hasil uji alat dirumah kompos jam 21:26:00	44
Gambar 4. 15 Hasil Uji GC Sampel Biogas	46
Gambar 4. 16 Hasil Uji Standart Gas CH ₄	47
Gambar 4. 17 Hasil Uji Standart Gas CO ₂	49
Gambar 4. 18 Grafik Hasil Perbandingan Data CO ₂	52
Gambar 4. 19 Grafik Hasil Perbandingan Data CH ₄	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	12
Tabel 3. 1 Penempatan Alat Pada Bak Sampah Rumah Kompos	28
Tabel 3. 2 Rancangan Anggaran Biaya	29
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Awal di Udara Bersih	34
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Gas di Rumah Kompos	37
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Gas di Rumah Kompos	41
Tabel 4. 4 Rata-Rata Nilai Konsentrasi Gas.....	51

ABSTRAK

Pengelolaan sampah organik melalui proses pengomposan merupakan salah satu solusi untuk mengurangi volume sampah yang masuk ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Namun, proses dekomposisi bahan organik dapat menghasilkan gas rumah kaca, khususnya metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2), yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan apabila tidak terpantau secara baik. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring yang mampu memantau konsentrasi gas secara berkelanjutan dan real-time. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring konsentrasi gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) berbasis Internet of Things (IoT) di Wonorejo Kompos Center. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pengendali utama, sensor MQ-4 untuk mendeteksi gas metana, dan sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas karbon dioksida. Data hasil pengukuran ditampilkan melalui layar LCD serta dikirimkan secara otomatis ke platform Google Sheets melalui jaringan WiFi sebagai media penyimpanan data berbasis cloud. Pengambilan data dilakukan selama dua minggu dengan interval pengukuran setiap empat jam selama 24 jam. Untuk mengetahui tingkat akurasi sistem, hasil pengukuran sensor dibandingkan dengan hasil uji laboratorium menggunakan metode Gas Chromatography (GC) dan gas standar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring yang dikembangkan mampu mendeteksi konsentrasi gas CH_4 dan CO_2 secara stabil dan konsisten. Konsentrasi CO_2 menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh aktivitas dekomposisi mikroorganisme, sedangkan konsentrasi CH_4 relatif rendah, yang menandakan proses pengomposan berlangsung dominan secara aerobik. Sistem ini dinilai efektif sebagai alat pemantauan emisi gas pada fasilitas pengolahan sampah organik.

Kata Kunci: Internet of Things (IoT), Metana (CH_4), Karbon Dioksida (CO_2), Sistem Monitoring, Rumah Kompos

ABSTRACT

The management of organic waste through composting is an important strategy to reduce the amount of waste sent to final disposal sites. However, the decomposition process of organic materials can generate greenhouse gas emissions, particularly methane (CH₄) and carbon dioxide (CO₂), which may pose environmental and health risks if not properly monitored. Therefore, a reliable and continuous gas monitoring system is required to support environmentally sustainable waste management. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based monitoring system to measure methane (CH₄) and carbon dioxide (CO₂) concentrations at the Wonorejo Compost Center. The developed system utilizes an ESP32 microcontroller as the main control unit, an MQ-4 sensor for methane detection, and an MQ-135 sensor for carbon dioxide detection. Measurement results are displayed in real time on an LCD screen and transmitted automatically to Google Sheets via a WiFi connection as a cloud-based data storage platform. Data collection was conducted over a two-week period with a four-hour measurement interval throughout a 24-hour cycle. To evaluate system accuracy, sensor readings were compared with laboratory test results obtained using Gas Chromatography (GC) and standard gas analysis. The results indicate that the proposed monitoring system operates reliably and consistently in detecting CH₄ and CO₂ concentrations. The observed CO₂ levels showed variations influenced by microbial decomposition activity, while CH₄ concentrations remained relatively low, indicating that the composting process predominantly occurred under aerobic conditions. The developed system is considered effective as a real-time monitoring tool for greenhouse gas emissions in organic waste processing facilities.

Keywords: Internet of Things (IoT), Methane (CH₄), Carbon Dioxide (CO₂), Gas Monitoring System, Composting Facility